日立 GE ニュークリア・エナジー（株）

仕様書

１．件名

格納容器構造の健全性評価手法の高度化
（材料試験の実施）(2-2)

２．適用範囲

この仕様書は、格納容器構造の健全性評価手法の高度化の開発に関わり、材料試験の試験体製作、試験の実施内容について規定するものである。

３．適用規格

この仕様書によって定められる作業にあたっては、下記の準拠すべき法令、規則、指針等（特に指定する場合を除き、その最新版）を適用するものとする。

３．１　法令等

- 電気事業法及び発電用原子力設備に関する技術基準(通商産業省令第62号 平成18年)
- 建築基準法及び同施行令（最終改正：平成19年3月31日）

３．２　指針、報告等

- 原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601-2008）
  （社団法人　日本電気協会　原子力規格委員会　2008 年 12 月）
- 鋼板コンクリート構造耐震設計技術規程（JEAC4618-2009）
  （社団法人　日本電気協会　原子力規格委員会　2009 年 8 月）

３．３　その他、規格・基準等

- 発電用原子力設備規格(設計・建設規格 JSME S NC1-2005)（社団法人日本機械学会 2005年）
- 発電用原子力設備規格(コンクリート製原子炉格納容器規格 JSME S NE1-2003)
  （社団法人　日本機械学会　2003 年 12 月）
- 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（日本建築学会　1999年）
- 鋼構造設計規準（日本建築学会　2005年改定）
- 日本工業規格（JIS）（設計・建設規格に記載されている年度版を原則使用）
- 建築工事標準仕様書・同解説（JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事）（日本建築学会　2001年）

- 建築工事標準仕様書・同解説（JASS 5 鉄筋コンクリート工事）（日本建築学会　2003年）
- ＳＩ単位系を適用すること

４．概要・目的

原子力発電所の格納容器は、原子炉の５重の障壁の一つとして、原子炉圧力容器など主要な原子炉機器を格納しており、原子炉で最悪の事態が発生した場合でも、原子炉から出てきた放射性物質を閉じ込めて、周辺における放射線の影響を低く抑える役割を持つ。したがって、格納容器の健全性・安全性を向上することは、原子力発電所の安全性向上に大きく寄与することになる。

2011 年３月に発生した福島第一原子力発電所の事故では、全電源喪失による冷却不能により炉心が損傷し、さらに格納容器は想定以上に温度が上昇して損傷して、放射性物質が漏洩した。これを受け、格納容器の過圧・過温破損防止などのために、格納容器の除熱機能の多様化や過温破損防止などの強化対策の重要性が指摘された。安全系統やアクシデントマネジメント（AM）に関し、信頼性が高くかつ合理的な強化対策を検討するためには、格納容器の耐力、安全裕度を精度良く評価する必要がある。この実現に向け、本技術開発では、福島第一原子力発電所事故で発生した格納容器内の長期高温環境も扱える格納容器構造の健全性評価手法を開発することを目的とする。

格納容器構造の健全性評価手法を開発するため、本開発では、まずシビアアクシデント（SA）における圧力・温度に対して構造健全性評価のための基礎データを整備する。福島第一原子力発電所の事故を踏まえた温度条件を追加して材料物性データの拡充・充実を図る。これにより、鋼製格納容器、鉄筋コンクリート製格納容器(RCCV)、鋼板コンクリート構造（SC 構造）の格納容器（SCCV）を含めた SA 評価用データ(コンクリート・鋼材の物性データ)の整備を進める。

本件は、材料物性データの拡充・充実を対象とした次項に示す試験体の製作と実施である。

５．実施内容

５．１　試験体製作

発注者より提示する条件を満足する試験体を製作する。実施する試験体材料はコンクリート、鋼板（SPV490）、鉄筋、スタッドとする。

コンクリートの試験ケース一覧を表２に示す。コンクリート試験体の取得するデータを以下に示す。

①温度の影響

・試験パラメータ： 温度（500℃、700℃）、加熱期間（7 日、1 ヶ月）

・試験項目：圧縮強度、ヤング係数、割裂強度、線膨張率、比熱、熱伝導率など）

②長期加熱の影響
・試験パラメータ：温度（100℃）、加熱期間（2ヶ月、3ヶ月、7ヶ月）
・試験項目：圧縮強度、ヤング係数、割裂強度など

③温度履歴の影響
・試験パラメータ：温度履歴（500→200→100℃、 700→200→100℃）
・試験項目：圧縮強度、ヤング係数、割裂強度など

④強度レベルの影響
・試験パラメータ：温度（20、100、200、300、500、700℃）、加熱期間（7日、1ヶ月）
・試験項目：圧縮強度、ヤング係数、割裂強度など

⑤セメント種類の影響
・試験パラメータ：温度（20、100、200、300、500、700℃）、加熱期間（7日、1ヶ月）
・試験項目：圧縮強度、ヤング係数、割裂強度、線膨張率、比熱、熱伝導率など

⑥骨材種類の影響
・試験パラメータ：温度（20、100、200、300、500、700℃）、加熱期間（7日、1ヶ月）
・試験項目：圧縮強度、ヤング係数、割裂強度、線膨張率、比熱、熱伝導率など

⑦加熱開始前養生期間の影響
・試験パラメータ：温度（20、100、200、300、500、700℃）、加熱期間（7日、1ヶ月）
・試験項目：圧縮強度、ヤング係数、割裂強度、線膨張率、比熱、熱伝導率など

鋼材（SPV490）、鉄筋、スタッドは温度の影響を確認する。各材料の試験体の取得するデータを以下に示す。
・試験パラメータ： 温度（500℃、700℃）、加熱期間（7日、1ヶ月）
・試験項目：
鋼板（降伏点、引張強度、ヤング係数、破断伸び、線膨張率など）
鉄筋（降伏点、引張強度、ヤング係数、破断伸び、線膨張率など）
スタッド（降伏点、引張強度、ヤング係数、破断伸び、線膨張率など）

５．２　試験の実施

発注者より提示する材料試験の計画に基づき、上記5.1項で製作した試験体を用いて試験を実施する。コンクリート試験体は上記5.1項で製作した試験体のうち表2に示す試験ケースについて試験を実施する。

５．３　試験結果のまとめ及び報告書作成

上記 5.1 及び 5.2 で実施した内容のまとめを行い、考察を加えた上で報告書を作成する。なお､試験結果まとめの際には発注者より提示する H20 年度及び H21 年度に斬新な建設工法（SC 構造）の開発で実施した内容を読み込み、今年度の結果と併せて整理すること。

５．実施期間

契約締結日から平成２６年２月２８日

表１に、実施項目別概略スケジュールを示す。

６．納入物

表４に示す要提出図書

なお、要提出図書のうち成果報告書は４部及び電子データとする。

７．納入先

日立 GE ニュークリア・エナジー（株）　（茨城県内）

８．機密保持事項

本仕様書に定められた作業によって得られた成果およびその知見を、日立 GE ニュークリア・エナジー株式会社への事前承諾無しに第三者に開示してはならない。

９．知的財産権

受注者は、本購入仕様書に規定される作業を実施するにあたって、第三者の知的財産権を侵害しないように十分注意すること。

１０．その他

（１） 本仕様書と契約書の記載内容で、齟齬がある場合は本仕様書内容を正とする。

（２） 各実施項目の納期が変更となる場合には、事前に日立GEニュークリア･エナジー株式会社に申請し承認を得るものとする。

（３） 実施内容の変更にあたっては、受注者は事前に発注者に申請し、承認を得るものとする。

（４） 作成した資料の情報管理区分については日立GEニュークリア･エナジー株式会社と協議し決定する。

（５） 本件の実施者は､格納容器構造の健全性評価手法の高度化の全体取りまとめに協力する。なお、上記には、日立GEニュークリア・エナジー（株）及び（株）東芝が主催する打合せ、分科会等への出席、助勢作業を含むものとする。

格納容器構造の健全性評価手法の高度化
（材料試験の実施）(2-2)

（６） 本件の実施者は受注した装置もしくは技術役務の一部を下請業者に発注する場合、品質保証に関する事項も含め、本仕様書の規定を下請業者に忠実に履行させる責任を有する。

以上

表1 実施項目別概略スケジュール

平成25年度 4半期	1	2	3	4
(1)試験体 製作	■	■		
(2)試験の 実施		■	■	
(3)試験結果 まとめ		■	■	
最終報告書 提出				2014/2/28 ▽ ■

表２　コンクリート材料試験ケース一覧

No.	加熱温度								加熱期間					強度レベル		セメント種類*3		骨材種類		加熱開始時材齢		試験体数		備考
	温度一定						温度履歴																	
	20℃	100℃	200℃	300℃	500℃	700℃	500→200→100℃	700→200→100℃	7日	1か月	2か月	3か月	7か月	30N程度	50N程度	OPC	OPC＋FA	硬質砂岩	石灰岩	91日程度	1年程度	圧縮	割裂	
1	○													○		○		○		○		21	21	レファレンス
2		○									○			○		○		○		○		3	3	長期加熱の影響
3		○										○		○		○		○		○		3	3	
4		○											○	○		○		○		○		3	3	
5					○				○					○		○		○		○		3	3	フェーズⅠを超える温度の影響
6					○					○				○		○		○		○		3	3	
7						○			○					○		○		○		○		3	3	
8						○				○				○		○		○		○		3	3	
9							○			○*1				○		○		○		○		3	3	温度履歴の影響
10							○				○*1			○		○		○		○		3	3	
11							○					○*1		○		○		○		○		3	3	
12								○		○*1				○		○		○		○		3	3	
13								○			○*1			○		○		○		○		3	3	
14								○				○*1		○		○		○		○		3	3	
15	○														○	○		○		○		21	21	強度レベルの影響
16		○							○						○	○		○		○		3	3	
17		○								○					○	○		○		○		3	3	
18			○						○						○	○		○		○		3	3	
19			○							○					○	○		○		○		3	3	
20				○					○						○	○		○		○		3	3	
21				○						○					○	○		○		○		3	3	
22					○				○						○	○		○		○		3	3	
23					○					○					○	○		○		○		3	3	
24						○			○						○	○		○		○		3	3	
25						○				○					○	○		○		○		3	3	
26	○														○*2		○	○			○	21	21	セメント種類の影響
27		○							○						○*2		○	○			○	3	3	
28		○								○					○*2		○	○			○	3	3	
29			○						○						○*2		○	○			○	3	3	
30			○							○					○*2		○	○			○	3	3	
31				○					○						○*2		○	○			○	3	3	
32				○						○					○*2		○	○			○	3	3	
33					○				○						○*2		○	○			○	3	3	
34					○					○					○*2		○	○			○	3	3	
35						○			○						○*2		○	○			○	3	3	
36						○				○					○*2		○	○			○	3	3	
37	○														○*2	○			○	○		21	21	骨材種類の影響
38		○							○						○*2	○			○	○		3	3	
39		○								○					○*2	○			○	○		3	3	
40			○						○						○*2	○			○	○		3	3	
41			○							○					○*2	○			○	○		3	3	
42				○					○						○*2	○			○	○		3	3	
43				○						○					○*2	○			○	○		3	3	
44					○				○						○*2	○			○	○		3	3	
45					○					○					○*2	○			○	○		3	3	
46						○			○						○*2	○			○	○		3	3	
47						○				○					○*2	○			○	○		3	3	
48	○														○*2	○		○			○	21	21	加熱開始時材齢の影響
49		○							○						○*2	○		○			○	3	3	
50		○								○					○*2	○		○			○	3	3	
51			○						○						○*2	○		○			○	3	3	
52			○							○					○*2	○		○			○	3	3	
53				○					○						○*2	○		○			○	3	3	
54				○						○					○*2	○		○			○	3	3	
55					○				○						○*2	○		○			○	3	3	
56					○					○					○*2	○		○			○	3	3	
57						○			○						○*2	○		○			○	3	3	
58						○				○					○*2	○		○			○	3	3	
																						264	264	

*1：加熱期間の考え方については、図-1参照。
*2：SA評価を念頭に、より高温条件での試験を行うことから、想定される設計基準強度（30N程度）よりも、より実際に近い調合（50N程度）とする。
*3：OPC＝普通ポルトランドセメント、FA＝フライアッシュ

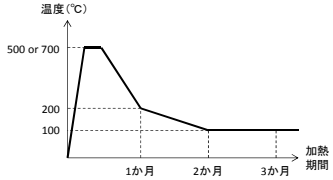

図-1　温度履歴

格納容器構造の健全性評価手法の高度化
（材料試験の実施）（2-2）

表３　コンクリート材料試験ケース一覧

表3 コンクリート材料試験ケース一覧（案）

No.	加熱温度								加熱期間					強度レベル		セメント種類*3		骨材種類		加熱開始時材齢		試験体数		備考
	温度一定						温度履歴																	
	20℃	100℃	200℃	300℃	500℃	700℃	500→200→100℃	700→200→100℃	7日	1か月	2か月	3か月	7か月	30N程度	50N程度	OPC	OPC＋FA	硬質砂岩	石灰岩	91日程度	1年程度	圧縮	割裂	
1	○													○		○		○		○		21	21	レファレンス
2		○									○			○		○		○		○		3	3	長期加熱の影響
3		○										○		○		○		○		○		3	3	
4					○				○					○		○		○		○		3	3	フェーズⅠを超える温度の影響
5					○					○				○		○		○		○		3	3	
6						○			○					○		○		○		○		3	3	
7						○				○				○		○		○		○		3	3	
8							○			○*1				○		○		○		○		3	3	温度履歴の影響
9							○				○*1			○		○		○		○		3	3	
10							○					○*1		○		○		○		○		3	3	
11								○		○*1				○		○		○		○		3	3	
12								○			○*1			○		○		○		○		3	3	
13								○				○*1		○		○		○		○		3	3	
14	○														○	○		○		○		21	21	強度レベルの影響
15		○							○						○	○		○		○		3	3	
16		○								○					○	○		○		○		3	3	
17			○						○						○	○		○		○		3	3	
18			○							○					○	○		○		○		3	3	
19				○					○						○	○		○		○		3	3	
20				○						○					○	○		○		○		3	3	
21					○				○						○	○		○		○		3	3	
22					○					○					○	○		○		○		3	3	
23						○			○						○	○		○		○		3	3	
24						○				○					○	○		○		○		3	3	
25	○														○*2	○			○	○		21	21	骨材種類の影響
26		○							○						○*2	○			○	○		3	3	
27		○								○					○*2	○			○	○		3	3	
28			○						○						○*2	○			○	○		3	3	
29			○							○					○*2	○			○	○		3	3	
30				○					○						○*2	○			○	○		3	3	
31				○						○					○*2	○			○	○		3	3	
32					○				○						○*2	○			○	○		3	3	
33					○					○					○*2	○			○	○		3	3	
34						○			○						○*2	○			○	○		3	3	
35						○				○					○*2	○			○	○		3	3	
																						159	159	

*1：加熱期間の考え方については、図-1参照。
*2：SA評価を念頭に、より高温条件での試験を行うことから、想定される設計基準強度（30N程度）よりも、より実際に近い調合（50N程度）とする。
*3：OPC＝普通ポルトランドセメント、FA＝フライアッシュ

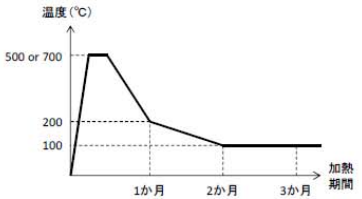

図-1　温度履歴

格納容器構造の健全性評価手法の高度化
（材料試験の実施）（2-2）

表4　提出図書 一覧

種別	図書分類	要提出図書*)	摘要	種類	部数	提出時期
一般	実施計画書	○		承認用	2	契約後2週間以内
	実施工程表	○		承認用	2	契約後2週間以内
	実施体制表	○		承認用	2	契約後2週間以内
	安全計画書	○		承認用	2	契約後2週間以内
	品質管理計画書	○		承認用	2	契約後2週間以内
	提出図書一覧表	○		承認用	2	契約後2週間以内
	再委託に係る承認申請書		様式2	承認用	2	契約後3週間以内
	打合せ議事録	○		参考用	2	打合せ後2週間以内
	工程実績表	○		参考用	2	月初5営業日以内
	立会申請書	○		参考用	2	立会前1週間以前
仕様変更	計画変更承認申請書	適宜	様式1	承認用	2	計画変更時
	打合せ議事録		打合せにて、変更が生じた場合	承認用	2	打合せ後1週間以内
物品製造	物品製作仕様書	○		承認用	2	製作前2週間以前
	品質管理仕様書			承認用	2	製作前2週間以前
	外注購入先管理表			承認用	2	発注前2週間以前
物品購入	購入仕様書	○		承認用	2	購入前2週間以前
	外注購入先管理表			承認用	2	購入前2週間以前
機器設置工事	施工要領書			承認用	2	施工前2週間以前
	施工図			承認用	2	施工前2週間以前
	工事報告書			参考用	2	工事完了後2週間以内
試験	試験要領書	○		承認用	2	試験前2週間以前
	試験報告書			参考用	2	試験後2週間以内
廃棄・撤去等	輸送、保管、廃棄に関する仕様書	適宜		承認用	2	作業の開始前
	仮設備の撤去・分別解体に関する仕様書	適宜		承認用	2	作業の開始前
現地検査	検査要領書（立会い要領書）	○		承認用	2	検査前2週間以前
	検査報告書			参考用	2	納入時
報告	成果報告書および電子記録媒体	○		参考用	別途指示	納入時
完成検査	作業完了証明書	○	様式5	参考用	2	納入時
	実績報告書	○	様式3	参考用	2	納入時
	納入品一覧表	○		参考用	2	納入時
	機器一覧表			参考用	2	納入時
	工程写真			参考用	2	納入時
	官庁検査合格書等			参考用	2	納入時
	機器取扱説明書			参考用	2	納入時
	完成写真			参考用	2	納入時
	完成図書及び電子記録媒体	○	提出済図書一式（含 成果報告書）	参考用	2	納入時
支払い	精算払請求書	○		－	1	確定後速やかに

*)「○」は提出必須